

## 口唇口蓋裂児の鼻咽腔閉鎖不全に対する ナゾメーター検査の有用な指標検索に関する研究

藤田医科大学大学院 医学研究科  
耳鼻咽喉科学 I (指導教授：内藤健晴)

相馬 裕子

### 第1章 緒 言

胎生期の顔面の縫合線の癒合不全により起こる顔面裂は、その大部分は口唇裂と口蓋裂であり、口唇口蓋裂は全形態異常児の過半数を占めるといわれている<sup>1</sup>。口唇口蓋裂は日本人に多くみられる代表的な先天的形態異常であり、約 600 人に 1 人の割合で発症するといわれている<sup>2</sup>。口唇裂とは上唇にみられる顔面裂で、胎生 6-7 週における内側鼻突起と上顎突起の癒合不全により生じ、主として左側に多い<sup>3</sup>。裂が鼻孔におよぶものを完全型、そうでないものを不完全型という。口蓋裂は裂が口蓋におよぶものをいい、胎生 9-12 週における左右口蓋突起の癒合不全により生じる。裂が硬口蓋におよぶもの、軟口蓋のみのもの、粘膜下口蓋裂の 3 種類に分類される (図 1)。

口蓋裂は、単に形態の異常をきたしているだけではなく、構音障害による言語障害が重大な問題として知られ、特に鼻咽腔閉鎖不全はその主たるものである<sup>4</sup>。鼻咽腔閉鎖機能は器質的に障害されたものの代表に口蓋裂や軟口蓋欠損があり、幼少期の原因として最も多

い<sup>5</sup>。つまり、構音に重要な役割を果たしている口蓋に裂が形成されているため、発語時の口腔へ呼出気を十分に導く鼻咽腔閉鎖機能を得ることができない状態のことをいう<sup>6,7</sup>。

鼻咽腔とは、軟口蓋、咽頭側壁、咽頭後壁によって形成される空間のことで、鼻咽腔閉鎖機能とは、構音、嚥下、吹く、吸うなどの動作時に対応して、軟口蓋と咽頭側壁、後壁で口腔と鼻腔を遮断する機能のことをいう<sup>8</sup>。鼻咽腔閉鎖機能は構音において重要な機能であり、ナ行、マ行などの通鼻音の構音時には、鼻腔共鳴が必要なため鼻咽腔は閉鎖されなければならない。したがって、鼻咽腔閉鎖不全がある場合、全てが開鼻声となってしまう、構音において様々な問題を引き起こす<sup>9,10</sup>。さらに、構音を習得する幼少時期に鼻咽腔閉鎖不全が存在すると、口腔内圧を高めることができないため異常な構音を習得してしまい、それが習癖となり、異常構音として定着してしまうことも多い<sup>11-15</sup>。鼻咽腔閉鎖不全の検査は、この閉鎖機能の良否、およびもし不全がある場合にはその程度、あるいは不全の原因を究明し、適切な言語を獲得するための治療法を選択するために行われる<sup>16</sup>。

口蓋裂児は出生直後から成人に達するまでの間に多くの問題が生じる。出生直後の哺乳障害に始まり、言語障害、顎発育障害に伴う咬合不全、および整容面、心理面における問題など、いずれも社会生活において不利益をもたらす<sup>17</sup>。その中でも鼻咽腔閉鎖不全が携わる構音障害はコミュニケーションを要する社会生活において大きな障害となる。そうしたことから、関連する各専門科、各部門の協議により成長に合わせて計画された治療法を発育スケジュールに合わせて実施していく必要がでてくる<sup>18</sup>。

口唇口蓋裂治療の集学的治療は主として、歯学部附属病院、医学部附属病院および小児専門病院で行われており<sup>19,20</sup>、当院では、1986 年 7 月に形成外科、歯科口腔外科 (以後、口腔外科) を中心に口唇口蓋裂治療班が

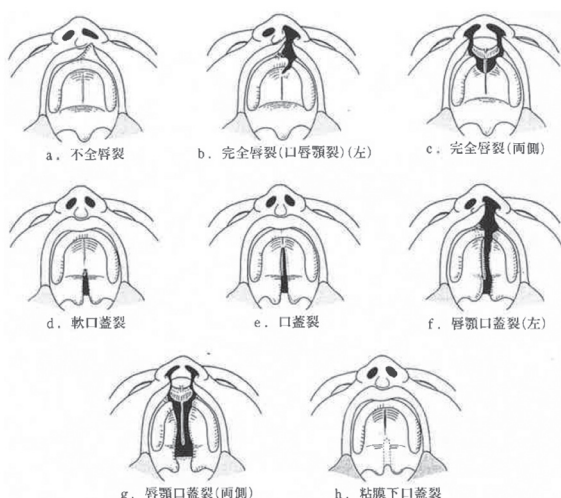


図 1 口唇口蓋裂の分類  
(切替一郎, 加我君孝: 新耳鼻咽喉科学 改訂 11 版. 南山堂. 2013. より引用)

結成され集学的治療を開始した。1992年4月には、口唇口蓋裂センターへ発展的に移行し、現在までに形成外科、耳鼻咽喉科、口腔外科、小児・矯正歯科、小児科、麻酔科、リハビリテーション科、看護部、公衆衛生科、医療相談室を中心に口唇口蓋裂児に対し、総合的な一貫治療を行ってきている。現在は年に約80名程度の口唇口蓋裂児を新患として受け入れている。当センターでは形成外科が唇裂を、口腔外科が顎口蓋裂と咬合不全を、リハビリテーション科が言語訓練を、

形成外科	口腔外科	耳鼻咽喉科
口唇形成術 顎裂部骨移植術 唇裂2次手術	口蓋形成術 顎裂部骨移植術 口蓋裂2次手術	耳・鼻疾患の管理・治療 鼻咽腔閉鎖機能の評価 咽頭弁形成術
小児科	看護部	麻酔科
全身検索 全身管理 遺伝相談 周術期管理	哺乳 術前・術後の看護	周術期管理 術中管理
公衆衛生科・医療相談部	小児・矯正歯科	リハビリテーション科
保健指導 心理的・社会的サポート	口蓋床装着 哺乳指導 口腔衛生管理 歯科矯正治療	言語・嚥下訓練

図2 口唇口蓋裂センターにおける各科の役割分担  
(佐藤公治, 水谷英樹: 藤田保健衛生大学病院口唇口蓋裂センターにおけるチーム医療の現状と口唇口蓋裂治療における今後の課題, 日小児口腔外科学会誌. 2013; 23(3): 176-185. より引用)

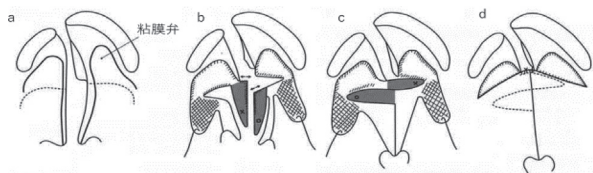


図3 軟口蓋閉鎖術  
(佐藤公治, 水谷英樹: 藤田保健衛生大学病院口唇口蓋裂センターにおけるチーム医療の現状と口唇口蓋裂治療における今後の課題, 日小児口腔外科学会誌. 2013; 23(3): 176-185. より引用)  
a: 粘膜弁のデザイン  
b: 軟口蓋被裂縁からの粘膜筋弁 (3M flap, ○, ×)  
c: 粘膜筋弁を90度回転させて横切開部に移動  
d: 初回手術終了時の状態



図4 Hotz床  
患児の上顎に装着されている。

耳鼻咽喉科が滲出性中耳炎と鼻咽腔閉鎖不全を、小児科が全身状況の診察をそれぞれ担当している(図2)。当院口腔外科では、口蓋裂児の良好な顎発育と咬合を両立させるため、軟口蓋閉鎖を先行させ硬口蓋閉鎖を後行させる二回法口蓋形成術を採用している<sup>21, 23-25</sup>。まず、生後18か月、体重10kgをめどに、口腔外科にて口蓋一次形成術(軟口蓋閉鎖)を行う(図3)。次に、3歳から4歳の間に口腔外科にて口蓋閉鎖プレート(Hotz床)(図4)を作成する。Hotz床を硬軟口蓋裂部に装

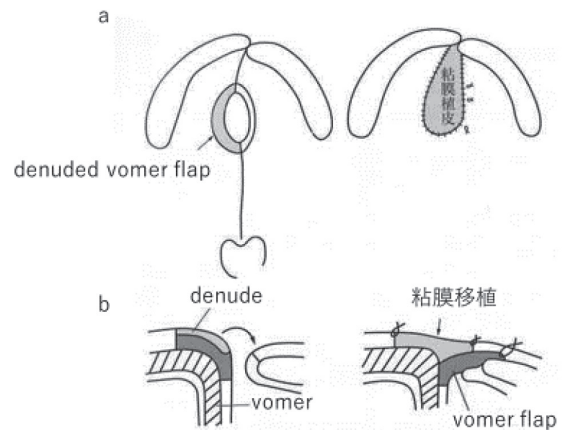


図5 硬口蓋閉鎖術(片側性の場合)  
(佐藤公治, 水谷英樹: 藤田保健衛生大学病院口唇口蓋裂センターにおけるチーム医療の現状と口唇口蓋裂治療における今後の課題, 日小児口腔外科学会誌. 2013; 23(3): 176-185. より引用)  
a: 健側口蓋部からdenudeしたvomer flapを反転させ患側硬口蓋骨膜下で縫合  
b: 断面図



図6 当科で行っている咽頭弁形成手術方法  
(堀部智子: 鼻咽腔閉鎖機能検査成績の臨床的検討, 藤田学園医会誌. 2009; 441-460. より引用)



表1 当科で行っている鼻咽腔閉鎖機能検査法  
(アンダーラインは基本検査)

A.視覚的検査：	<u>口腔・咽頭の視診</u> <u>鼻咽腔ファイバースコープ</u>
B.画像的検査：	<u>顔面側面軟部X線撮影</u> CT MRI
C.機能検査	： <u>空気力学的検査法</u> ナゾメーター

着し、補綴することによって、口腔形態と機能を回復させ、良好な顎発育誘導を行うことができると報告されている。<sup>26-32</sup> Hotz 床を装着し、リハビリテーション科にて言語訓練を開始、その結果、鼻咽腔閉鎖不全の疑われる症例に対してリハビリテーション科からの依頼を受け、耳鼻咽喉科で鼻咽腔閉鎖機能検査を行う。鼻咽腔閉鎖機能検査結果や言語訓練の評価及び経過は、2 か月に1度開催されるスピーチカンファレンスに提示され、各科合同で協議して治療方針の検討を行っている。評価が良好で、言語訓練に反応の良い症例では、5歳過ぎに口腔外科にて口蓋二次手術（硬口蓋閉鎖術[前方閉鎖術]）のみを行う<sup>21</sup>（図5）。一般的に、口蓋形成術を受けた口蓋裂児の約5～10%には術後に鼻咽腔閉鎖不全が存在するとされている。<sup>33-37</sup> 鼻咽腔閉鎖不全があり、言語訓練効果も乏しい症例に対しては、4歳後半に口腔外科による口蓋二次手術と同時に、再口蓋後方移動術単独か、重症では耳鼻咽喉科が咽頭弁形成術を併せて行っている。咽頭弁形成術の術式は様々な方法があるが、<sup>38-42</sup> 当科では、咽頭弁萎縮防止を図るために図6に示すような、咽頭弁創面を軟口蓋鼻腔側粘膜弁で被覆する high attached pharyngeal flap 法を採用している。<sup>43</sup> また、種々の理由で手術が困難な例に関しては、<sup>44,45</sup> スピーチエイドなど保存的療法が選択される。就学後のコミュニケーションを円滑にさせるために、咽頭弁形成術はできる限り、小学校入学前に行い、就学までにある程度の言語訓練期間を確保できるようにしている。

当科では1992年4月から2015年12月までに、鼻咽腔閉鎖不全が疑われた502例の患児に鼻咽腔閉鎖機能検査を行ってきた。<sup>46</sup> 一般的に、鼻咽腔閉鎖機能の判定には、口腔内視診やブローイング、音声言語の聴覚的な評価を基本とし、鼻咽腔ファイバースコープ検査やX線撮影、ビデオ造影検査などを併用し、総合的に判断する場合が多い。星川<sup>47</sup>は、ブローイング検査、聴覚判定、鼻咽腔ファイバースコープ所見、ビデオ造影検査を中心に行っている。その他の報告でも、ビデオ造影検査による手術適応の評価やX線撮影、鼻腔通期度による術後機能評価など様々な報告がある。<sup>48-51</sup> 鼻咽腔閉鎖機能の評価に際しては、どのような検査法を用いても、基本的な4つのパラメーター、つまり、鼻咽腔閉鎖にかかわる器官の構造（structure）、鼻咽腔閉鎖運動（movement）、鼻咽腔閉鎖の程度（extent of closure）、鼻咽腔閉鎖のタイミング（timing）などの情報を得ることが重要であるといわれている。<sup>32</sup> しかし、その検査法や判定法は施設によって様々であり、また治療法においても確定したものはない。鼻咽腔閉鎖機能の評価が、患児のその後の言語発達を左右する重大な検査であるにもかかわらず、その評価は単一の検

査手法のみでは困難であり、現時点において有用で標準化された検査法や評価法は確立されていない。<sup>53</sup> また、患児によっては精神発達遅滞などが存在し、種々の検査やリハビリに対し協力が得られないことも多い。こうした状況の中、当科では従来より、小児でも施行可能で、全国でも初めてシステム化した検査法を構築して判定を行ってきた。表1に示すような口蓋を含めた口腔、咽頭の視診、鼻咽腔ファイバースコープ検査、空気力学的検査、顔面側面軟部X線撮影の4つを基本検査とし、言語聴覚士などによる聴覚判定の評価も合わせ、総合的に判断を行ってきた。

視覚的検査の中の口蓋を含めた口腔、咽頭の視診は、患児を開口させ舌圧子で舌を下方に圧排し、呼吸時、構音時の軟口蓋を直接見て、軟口蓋の長さや運動性、口蓋垂と咽頭後壁との距離を観察する方法である。また、鼻咽腔ファイバースコープ検査では、おもに小児に使用する1.8mmまたは2.5mm径の細いファイバースコープを用いて、口蓋を含めた口腔、咽頭の視診では観察が困難であった、様々な構音時の鼻咽腔の閉鎖状況を鼻腔側から直接観察できる方法である。<sup>54,55</sup> 鼻咽腔ファイバースコープ検査では、軟口蓋や咽頭側索の運動性など鼻咽腔の立体構造としての観察評価が可能であり、咽頭弁形成術の適応や手術法の選択において有益な情報が得られる（図7-9）。山岡<sup>56</sup>は、裂閉鎖術後の患者の鼻咽腔状態は、側方に広い楕円形からほぼ円形を呈するものまでさまざまな形態を示している。

さらに、検査音は単音だけでなく、会話形式の連続音の観察も可能である。一般に、検査音は、「ア」「イ」「ウ」「エ」「オ」などの単音や、「キツツキガキヲツツク」「ヨウイハオオイ」「オカアサンノカサヲサス」「オトウサンノカタヲタタク」といった会話連続音が主として採用されている。<sup>57</sup> 当科では4歳半以降の患児であれば、多くの場合検査が可能であるが、鼻咽腔ファイバースコープを挿入し構音させることは、侵襲性を伴う検査であり、十分な協力が得られず、施行困難な場合も少なくない。そうした場合、その後患児と医療従事者との関係が損なわれることもあり、検査の履行だ

けでなく以後の診療自体にも支障をきたすことがある。言語訓練に重要な時期において適切な鼻咽腔機能評価や言語訓練の機会を逸する危険性は極力避けなければならない。

そこで、患児にとっても侵襲性が低い検査として画像検査が挙げられる。鼻咽腔閉鎖機能の判定における画像検査の歴史は古く、1965年頃より報告がある<sup>58</sup>。画像検査のうち、簡便で一般的な施設でも検査可能な方法に顔面側面軟部X線撮影が挙げられる。当科では鼻呼吸時と「イー」と発声した時に撮影し（図10、11）、軟口蓋が後上方に挙上し、咽頭後壁に達し鼻腔を閉鎖するか、軟口蓋の長さが充分にあるかなどを測定する<sup>59</sup>。

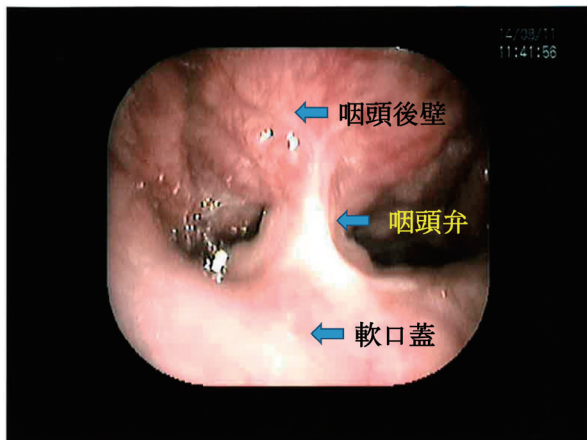


図7 咽頭弁形成術後の鼻咽腔ファイバースコープ検査所見  
矢印が咽頭弁を示している。

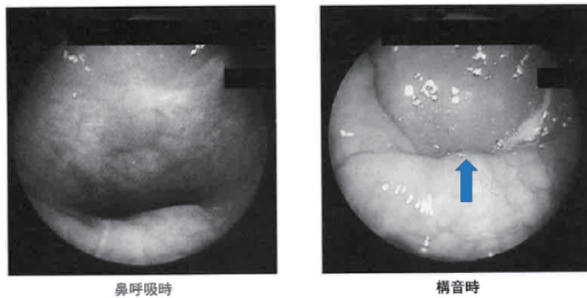


図8 鼻咽腔閉鎖機能良好例の鼻咽腔ファイバー所見  
鼻呼吸時には咽頭腔が開いているが、構音時には咽頭腔が閉鎖されている。

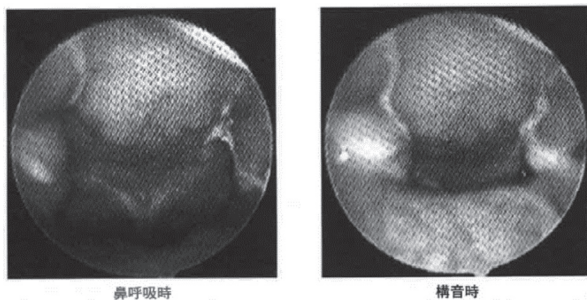


図9 鼻咽腔閉鎖機能不良例の鼻咽腔ファイバー検査所見  
構音時においても咽頭腔の閉鎖が認められない。

母音である「イ」は軟口蓋の運動が強く観察され、X線撮影時には「イー」と長時間発声してもらい測定を行っている<sup>60</sup>。しかし、鼻咽腔は立体構造であり、この2次元の検査所見だけで閉鎖不全の有無を完全に判定することは難しい<sup>61</sup>。鼻咽腔閉鎖不全が疑わしい症例に関しては、前述した口蓋を含めた口腔、咽頭の視診、鼻咽腔ファイバースコープ検査や後述する空気力学的鼻咽腔閉鎖機能検査、そしてナゾメーターによる補完的な評価を必要とする。その他の画像的検査として、CTやMRIが挙げられるが、医療経済性の点やCTでは被爆の問題、MRIでは撮影時に長時間の静止を要するなど、小児への検査としては課題が多く、得られる情報量とデメリットを比較すると、ルチーンの必須鼻咽腔閉鎖機能検査として定着するには至っていない。このため、被爆量が少なく簡便な検査である、X線単純撮影は現在でも広く臨床の場で活用されており、鼻咽腔閉鎖機能を測定するための画像検査の第一選択として不可欠であると考えられる。

空気力学的機能検査は、一般的にはストローによるブローイング検査や鼻息鏡を用いた検査（図12）が古くから行われる。ブローイング検査は音声生成の機序に基づく最も基本的で簡便な検査法であり、鼻咽腔が閉鎖されることで可能となる。2歳児からの施行が可能であり、本検査法は3歳6か月では90%以上の症例において完遂できたという報告もある<sup>62</sup>。当科では、鼻咽腔ファイバースコープ検査時に同時に行い、鼻咽

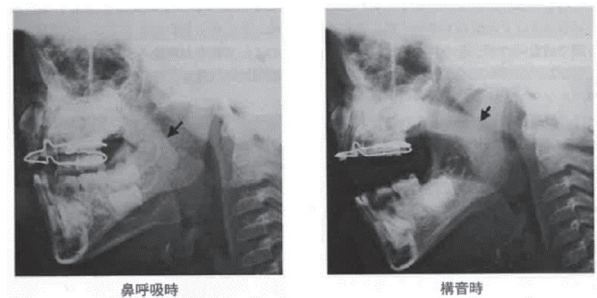


図10 鼻咽腔閉鎖機能良好例の顔面側面軟部X線撮影  
「イー」と発声した際に、矢印のように軟口蓋の後上方への挙上が見られ、鼻咽腔が閉鎖されている。

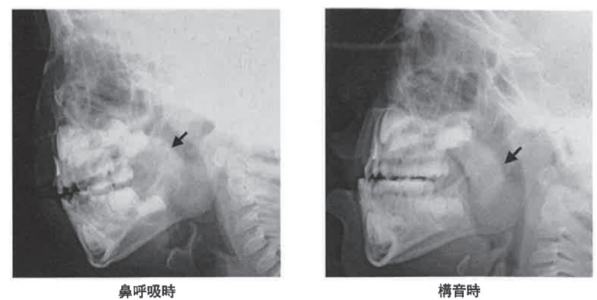


図11 鼻咽腔閉鎖不良例の顔面側面軟部X線撮影  
「イー」と発声した際にも、矢印のように軟口蓋後上方への挙上が見られず、鼻咽腔が閉鎖されていない。



腔閉鎖の程度を評価している。鼻息鏡を用いた検査では、構音時やストローでブローイングした際の鼻息鏡の曇り具合で鼻漏出を観察する方法であり、検査環境の湿度や温度によって結果が異なること、また、微細な変化の認識では客観性に欠けることや、記録として残せないという欠点<sup>64</sup>が大きな問題である。そこで当科では新たに独自に空気力学的鼻咽腔閉鎖機能検査法を開発した。それは、当教室と日本光電社で共同開発した鼻腔通期度計（MPR-3100）を応用した検査システム（NI-301）であり（図13）、マスクを鼻に当てて、構音時の鼻漏出呼吸の微細な気流変化を経時的に測定し（図14）、定量的な解析が可能である（図15、16）。本来は前鼻腔より細いカテーテルを口腔咽頭まで挿入し、構音時の口腔咽頭圧、鼻腔抵抗を経時的に測定することができるが、幼児児ではカテーテルの挿入は極めて困難なことが多く、当科ではマスクを鼻にあて、構音時の経時的な鼻漏出のみを測定している<sup>64</sup>。そのため、本法は、患児への負担が少なく、ほとんどの症例で施行することが可能な有用な検査機器である。



図12 鼻息鏡による構音時検査の様子  
患者の人中に鼻息鏡を水平にあて、構音時やストローでブローイングした際の鼻息鏡の曇り具合で鼻漏出を観察している。（写真採用添付につき個人の同意了承を得ている。）



図13 日本光電社製 MPR-3100（専用ソフト NI-301）の全景

一方、ナゾメーターは、Fletcher<sup>66</sup>らにより開発された客観的な開鼻声度を評価、定量化する機器である。当科では米国 Key 社製のナゾメーター II 6400 を用いている（図17、18）。本機のヘッドピースを人中に装着した状態で発声する（図19）と、隔壁板で隔てられた2つの内臓マイクロフォンが鼻腔と口腔の音圧を同時に測定し、口腔からの音圧に対する鼻腔からの音圧の比である nasalance score(%)<sup>67</sup>が算出される（図20）。当科では前述の基本機能検査に加え、これらの結果を統合するとともに聴覚印象も合わせたうえで異常かどうかを最終的に判定してきた。しかし実際には、最終

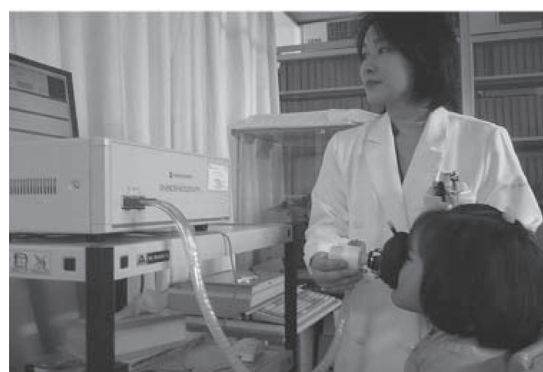


図14 空気力学的鼻咽腔閉鎖機能検査の方法  
マスクを鼻に当て、構音時の経時的鼻漏出を計測している。（写真採用添付につき個人の同意了承を得ている。）

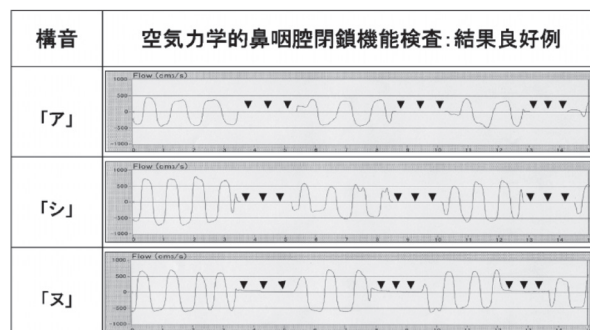


図15 空気力学的鼻咽腔閉鎖機能良好例  
鼻咽腔機能が正常であれば、検査音「ア」「シ」でflowを感じない。通鼻音である「ヌ」ではflowを感じする。「ヌ」でflowを感じなければ、閉鼻声を想定する。

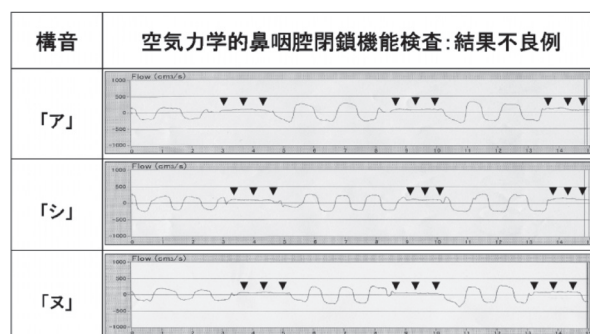


図16 空気力学的鼻咽腔閉鎖機能検査不良例  
鼻咽腔閉鎖不全では矢印のように検査音「ア」「シ」でも通鼻音「ヌ」と同様にflowを感じている。

判断に迷う症例がある程度存在する。そのため、このような症例に関しては、前述のように鼻咽腔ファイバースコープ検査所見やナゾメーター検査所見を追加評価材料としている。ナゾメーター検査に関しては、検査音の選択や異常と判断する基準等について、統一された見解はなく、その有用性については今でも議論が続いており、当科では補完的な検査の扱いにとどめて



図17 Key 社製ナゾメーター II 6400



図18 当科で施行しているナゾメーター検査風景  
(写真採用添付につき個人の同意了承を得ている。)



図19 ヘッドピースを人中に装着し、患者に発声を促し検査を施行している。  
(写真採用添付につき個人の同意了承を得ている。)

<sup>53</sup>  
いた。

そこで今回著者は、口唇口蓋裂児においてナゾメーターを用いた鼻咽腔閉鎖機能評価の有用性について検討することにした。

当科では、ナゾメーターの検査音に母音「ア」、摩擦音「シ」、通鼻音「ヌ」を用いている。「ア」「シ」「ヌ」それぞれを複数回発声させ、安定したデータの nasalance score(%)を算出し、その平均値を計測値としている。前述の通り、ナゾメーター検査には、口唇口蓋裂患者の鼻咽腔閉鎖機能を判定する検査音、基準値が明確に設けられている訳ではない。<sup>68</sup> 辛らは、nasalance score 20% 以下が正常、20～35%は mild nasality, 35～50%は moderate nasality, 50～70%は high nasality, 70% 以上は severe nasality と報告しており、当科では従来、一つの指標として、それぞれの検査音の nasalance score 50% 未満を「鼻咽腔閉鎖良好例」、50% 以上を「鼻咽腔閉鎖不良例」として採用していた。しかし、このような 50% を一つの指標としたナゾメーター検査結果と基本検査結果との関連について  $\chi^2$  乗検定を用いて統計学的検討を行ったところ、検査音「シ」だけが、鼻咽腔閉鎖不全ありと示ることがわかった。<sup>69</sup> さらに、各検査音における nasalance score の数値(%)を、基本検査での鼻咽腔閉鎖不全あり群と不全なし群の間で Wilcoxon の順位検定を用いて比較検定を行ったところ、検査音「ア」においては、nasalance score(%)の基準値を新たにより低い基準値(%)で設定することで、鼻咽腔閉鎖不全の治療方針を決定するより有用な判断となりうる可能性が示唆された。<sup>69</sup> そこで、ナゾメーター結果のより有用な臨床応用につなげるため、今回著者は「シ」以外の検査音でのより明確な nasalance score の基準値(%)を算出することを目的として、本研究を行った。

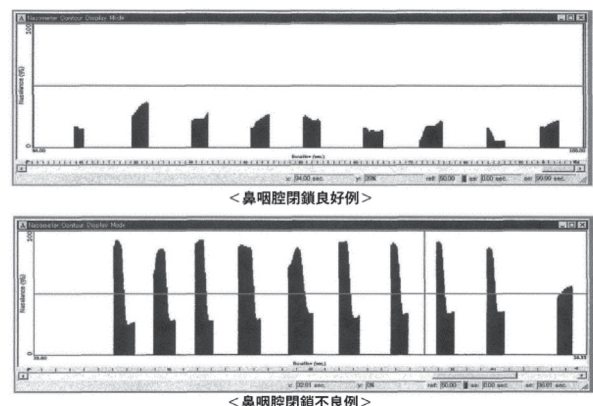


図20 鼻咽腔閉鎖良好例と閉鎖不良例における nasalance score の代表例(検査音「シ」)  
鼻咽腔閉鎖不良例では、鼻咽腔閉鎖良好例と比較し、音圧の鼻漏出の割合が高い。今回は、nasalance score 50% を一つの指標にしており、鼻咽腔閉鎖不良例では摩擦音であるにもかかわらず、nasalance score は 50% 以上鼻腔側へ傾いている。



## 第2章 研究方法および結果

### 1) 目的

前述の通り、これまで集積されたデータから nasalance score(%)の基準値を 50% とし、ナゾメーターをより簡易に評価できるかを主眼に検討を行い、一定の成果が得られた。そこで、今回著者は、nasalance score(%)の定量的な評価を行い、ナゾメーター検査における鼻咽腔閉鎖不全の有無をより明確に判断できる指標となる nasalance score(%)を算出するために以下の検討を行った。

### 2) 対象および方法

2005 年 1 月から 2015 年 12 月までの 11 年間に、軟口蓋形成術後の言語訓練の際に鼻咽腔閉鎖不全が疑われ、鼻咽腔閉鎖機能検査を行った口唇口蓋裂児 131 例のうち、ナゾメーター検査を補足的に行った 64 例を対象とした。同検査を行う患児の選択において特に作為は加わっていない。対象患児は、女児が 21 例、男児が 43 例であり、年齢は、3 から 12 歳、平均年齢は 5.2 歳であった。裂型の内訳は、完全唇顎口蓋裂 52 例(右側 9 例、左側 28 例、両側 15 例)、不完全唇顎口蓋裂 8 例(左側 3 例、両側 5 例)、硬軟口蓋裂 3 例、軟口蓋裂 1 例であった。基本機能検査結果で、鼻咽腔閉鎖不全なしと判断された症例は 25 例、閉鎖不全ありと判断された症例は 39 例であった。鼻咽腔閉鎖不全なしと判断された 25 例は、全例で二次手術として前方硬口蓋閉鎖のみが行われた。鼻咽腔閉鎖不全ありと判断された 39 例のうち、前方口蓋閉鎖術時に 33 例で再口蓋後方移動術が単独で、6 例で咽頭弁形成術が併用された(表 2)。

検査音には母音「ア」、摩擦音「シ」、通鼻音「ヌ」を用いた。「ア」「シ」「ヌ」それぞれを複数回発声させ、安定したデータの nasalance score(%)を算出し、

表 2 対象症例の鼻咽腔閉鎖不全の有無と治療法のうちわけ

	治療法	
鼻咽腔閉鎖不全なし 25例	前方硬口蓋閉鎖術のみ 25例	
鼻咽腔閉鎖不全あり 39例	咽頭弁形成術 6例	再口蓋後方移動術を併用 33例

表 3

検査音	鼻咽腔閉鎖不全なし	鼻咽腔閉鎖不全あり	p値
「ア」	17(10-24)	27(17-41)	0.001
「シ」	47(24-64)	55(42-72)	0.047
「ヌ」	88(70-94)	88(76-94)	0.083

各検査音における nasalance score(%)の中央値 (25% 点-75% 点) および p 値を示す。  
p 値は鼻咽腔閉鎖不全なし群とあり群の間での Wilcoxon の順位検定によるものである。

その平均値を計測値とした。鼻咽腔閉鎖不全なし群、あり群における各検査音の nasalance score の中央値を示す表を表 3 に示す。また、各検査音「ア」「シ」「ヌ」における nasalance score の数値(%)を、基本検査での鼻咽腔閉鎖不全あり群と不全なし群の間で Wilcoxon の符号付き順位検定を行った際の各検査音における有意確率 (p 値) も表 3 に示している。そして、受診者動作特性曲線 (receiver operating characteristic; 以下 ROC 曲線) を作成し、各検査音での nasalance score の数値(%)のカットオフ値を算出した。最適なカットオフ値の算出には、Youden Index) を用いた。なお、解析処理ソフトウェアには jmp pro software package, version 13.2.0(SAS Institute Japan Inc, Tokyo) を使用した。

### 3) 結果

64 名の対象患児全員が、検査を完遂しえた。検査にかかる時間は各音について数秒程度であった。検査について協力を得られなかったり手法を理解できなかった患児はいなかった。

各検査音における、ROC 曲線からカットオフ値を算出した。その結果、ROC 曲線が最も左上にあるポイントは「ア」で感度 62%、特異度 78% 時に該当し、この時の nasalance score のカットオフ値は 25.0% であった。(図 21)。同様に「シ」においては、ROC 曲線が最も左上にあるポイントは感度 65%、特異度 65% 時に該当し、この時の nasalance score のカットオフ値は 51.2% であった。(図 22)。「ヌ」においては、ROC 曲線が最も左上にあるポイントは感度 95%、特異度 17% 時に該当し、この時の nasalance score のカットオフ値は 54.4% であった (図 23)。

### 4) 小括

今回の検討結果から、検査音「ア」において、nasalance score(%)の基準値を 50% よりも低い 25.0% で定めることで有用な指標となることが想定された。また、検査音「シ」「ヌ」においてはそれぞれ、nasalance score(%)の基準値を 50% 以上である 51.2%、54.4% で定めることで、治療方針決定において問題がないことが判った。

すなわち、検査音「ア」においては、50% 以上では両群間の差を誘導することができず、25.0% 以下で評価の有用性を確認できることが確認された。検査音「シ」においては、nasalance score(%)が 50% をわずかに上回る基準値を設定することで、そのまま問題がないことも再確認できた。

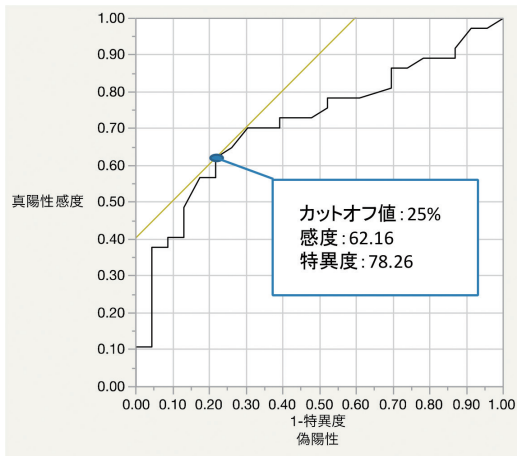


図21 検査音「ア」における ROC 曲線  
カットオフ値(%)は0.250であった。

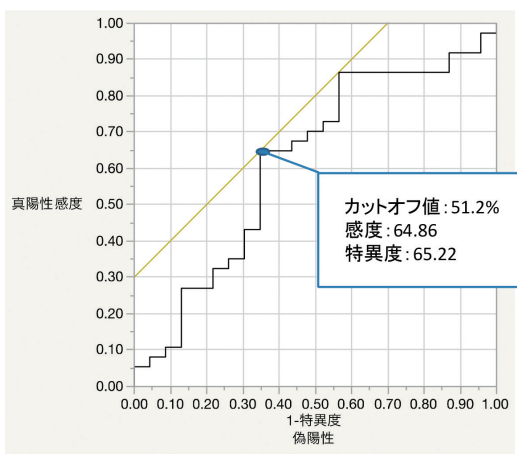


図22 検査音「シ」における ROC 曲線  
cut off 値(%)は0.512であった。

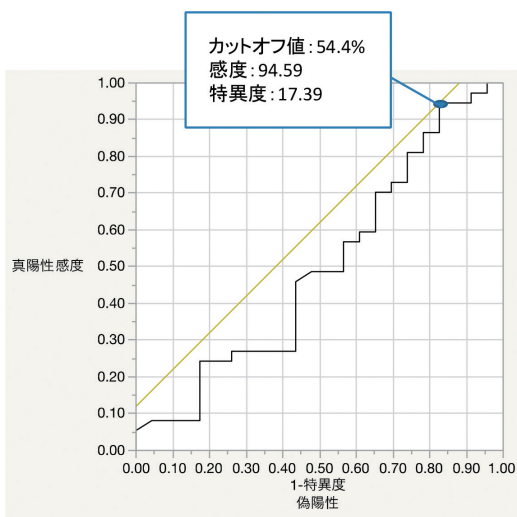


図23 検査音「ヌ」における ROC 曲線  
cut off 値(%)は0.544であった。

### 第3章 考 察

口唇口蓋裂の治療においては、単に裂を閉鎖するのみでなく、前述のように多くの機能構築をすることも非常に重要である。そのため同疾患に対しては集学的

治療が必須であり、当院でも複数科・多職種によるチーム医療が行われてきた。特に、鼻咽腔閉鎖機能を正しく獲得させ、良好な言語発達のためのロードマップを整備することは重要な課題の一つである。当センターにおいてはハビリテーション科が主体となり言語訓練を行っているが、鼻咽腔閉鎖機能の評価においては耳鼻咽喉科が担当している。前述のごとく、鼻咽腔閉鎖が不良で言語訓練に抵抗する例であれば、再口蓋後方移動術や咽頭弁形成術など外科的治療の適応となる。一方で、鼻咽腔閉鎖機能の評価が患児のその後の言語発達を左右する重大な検査であるにもかかわらず、その評価は単一の検査手法のみでは困難とされ、現時点において有用で標準化された方法として確立されたものはない。<sup>53</sup> こうした状況の中、当科においては従来より、口蓋を含む口腔、咽頭の視診、鼻咽腔ファイバースコープ検査、空気力学的検査、顔面側面 X 線撮影の4つを基本検査とし、言語聴覚士などによる聴覚判定の評価も合わせた上でその判断を行ってきた。これらの各検査の有用性については堀部、<sup>62</sup> 内山らが報告しており、<sup>65</sup> 妥当な検査方法と考えられている。しかし、開鼻声の知覚が声の高低、強弱、さらに構音からも影響を受けることから熟練した言語聴覚士の間でも構音評価に差がみられること、<sup>70, 71</sup> 聴覚判定の再現性が一定でないこと、<sup>72</sup> 異なった医療機関での評価結果の比較が困難であるなどの課題も呈されている。また、複数の手法を用いる検査は、簡便・短時間と手軽に行えないという問題もあり、特に鼻咽腔ファイバースコープ検査は、小児にとっては侵襲も大きく、協力が得られないことが多い。つまり、鼻咽腔閉鎖機能の評価は重要であるが、客観性や簡便さにおいてまだ問題が多く残っているのが現状である。そのような中、当科が開発した空気力学的検査は、鼻腔通気度計を応用した検査システムであり、外気環境に左右されることなく、構音時の鼻漏出の微細な変化を経時的に測定し記録に残すことが可能である。<sup>65</sup> しかし、それでも鼻咽腔閉鎖不全の有無を最終的に判定するのに苦慮する患児は存在する。

従来より開鼻声を定量的に評価し、さらにそれが聴覚判定にどのように寄与するかという研究が多くなされてきた。<sup>66, 73-89</sup> それらは音声を周波数分析する事で開鼻声の音響的特徴を測定する方法、鼻腔壁振動を判定する方法、さらに経鼻音と経口音を分離採取し、それらの音圧を比較したり、音圧比として開鼻声の程度を検討する方法などに分類されているようである。<sup>87</sup> Weiss や Shelton らの研究報告をもとに Fletecher らにより開発されたナゾメーター検査は、<sup>88</sup> 開鼻声度を定量化でき、低年齢の小児でも非侵襲的に検査を行うことができる。つまり、本法は開鼻声の程度を客観的かつ簡便に評価



しうる、期待の持てる検査法と思われる。しかし、ナゾメーター検査は、口唇口蓋裂患者の鼻咽腔閉鎖機能判定における検査音の選択や基準値が確定的に設けられておらず、現状ではその検査結果を治療方針に有効に反映させるまでには至っていない。松本の報告<sup>89</sup>からも、鼻咽腔閉鎖機能判定において実用化には至っていない。

内山らは、4から52歳の口蓋裂患者17名に対し、「パパ、オカシタベテイイ」「ドウブツハウタヲウタッタ」「イイカ、ワルイカ、テストシヨウヨ」「ハヤクハシッテ、キットイットウシヨウヲトッテヤルゾ」「オトウサンハアタラシイフクラキテウレシソウデス」といった通鼻音を含まない文章を用いて検討し、nasalance score(%)と聴覚的開鼻声の間に高い相関がみられたと報告した。また小枝らは、4歳児、7名の口蓋裂児に対し、単音、単語、通鼻音を含まない連続音のnasalance score(%)を算出し、硬口蓋形成術前における患児のcut-off値は24%から27%であったと報告している。また、緒方らは、4から52歳の口蓋形成術後に言語管理を受けた症例83例を対象に、母音である「イ」、子音である「ツ」といった単音だけでなく、口腔内圧が低圧となる「ヨウイハオオイ」、高圧となる「キツッキハキヲツツク」といった通鼻音を含まない音を用いて評価を行った。閉鎖不良群は、低圧文および高圧文におけるnasalance score(%)の平均値が40%以上、高圧文の最大値が80%以上となるといった結果を導き出し、これらの値を超える場合には、スピーチエイドを利用した二次治療が必要であるとした。これらの報告に見られるように、ナゾメーター検査は、ある程度の長さの通鼻音を含まない文を読ませることによる評価が広く行われているようである。

辛らは、検査音については記載がなく詳細不明であるが、nasalance score 20%以下が正常、20～35%はmild nasality、35～50%はmoderate nasality、50～70%はhigh nasality、70%以上はsever nasalityとして基準値を設けたと報告している。

著者は、ある程度の長さの文章を読むことが難しい患児も少なからず存在することから、これらの各報告を参考にはするが、より簡易に評価するというナゾメーターの主旨に沿う検査音を単音で行ってきた。またその折には、従来、他の検査で採用してきた母音「ア」、鼻咽腔閉鎖不全に起因する構音障害の指標となる摩擦音「シ」、対照となる通鼻音「ヌ」の三音を検査音として採用した。また、過去に決定的なnasalance score(%)評価基準値を設けて検討行っている文献<sup>68</sup>がなく、抄録ではあるが、当科では従来、辛らの報告を参考にし、nasalance score 50%以上を鼻咽腔閉鎖不良例、50%未満を鼻咽腔閉鎖良好例と規定して検査を行

ってきた。実際に、本検査を行った患児は全例その検査について理解でき、短時間で検査が完遂しえた。この手法は少なくとも検査法としては、簡便であり、完遂率の高い手法であると考えられた。

以前、当科で行った、ナゾメーター検査と基本検査結果の比較検討における結果では、検査音「シ」において、nasalance score(%) 50%を一つの指標とすることで、有意な関係性が認められ、基本検査結果とナゾメーター検査結果が一致し、今後の治療方針を決定するにあたり、鼻咽腔閉鎖不全の評価の重要な指標として使用できる可能性が示唆されていた。

摩擦音である「シ」は、上顎切歯裏に舌尖を近づけ、この隙間から呼気を噴出させるので、鼻咽腔を強力に閉鎖する必要があるが、鼻咽腔閉鎖不全のある場合、呼気鼻漏出の漏気量が多くなると言われている。「シ」では、母音の鼻音化がないものでも、漏気量は中等度以上のものが多いが、母音の鼻音化が著明なものは、特に漏気量が多くなるといった報告がある<sup>91</sup>。これらのことから、摩擦音である検査音「シ」が、鼻咽腔閉鎖機能を最も反映したものになったのではないかと推定した。一方、検査音「ア」においては、この50%を指標とした判定法では有意差が認められなかった。その理由として、鼻腔漏気量は、母音では少ないことが挙げられる<sup>91</sup>。なお検査音「ヌ」ではほとんどの症例において、nasalance score(%)は50%以上であったが、これは、「ヌ」はもともと通鼻音であることによるものと考えられた。むしろ検査音「ヌ」におけるnasalance score(%)が高いことで、対象患者が固定した閉鼻声でないことの指標になることが確認できた。

このことからナゾメーターによる検査音「シ」におけるnasalance score(%)の基準値50%以上は、幼児であっても過去の報告よりもかなり簡易で短時間に、鼻咽腔機能を推定することができ、鼻咽腔閉鎖不全の治療方針を決定する一つの有用な判断材料となることが示唆されていた。

さらに、各検査音における個々のnasalance score(%)を、基本検査結果における鼻咽腔閉鎖不全あり群、なし群間で比較すると、「ア」においても有意差がみられた。つまり、50%という一つの指標とすること自体で鼻咽腔閉鎖不全の有無を完全に判定することに無理があったことが想定された。前述のように、母音である検査音「ア」では、本来、鼻腔漏気量が少ないと考えられ、nasalance score(%)の基準値を50%未満よりも下げる等の工夫で、より有益な結果が導かれることが想定された。

そこで、今回、nasalance score(%)の定量的な検討を行い、ナゾメーター検査における鼻咽腔閉鎖不全の有無をより明確に判断できる指標となるnasalance

score(%)の算出を試みた。結果としては、検査音「ア」では nasalance score(%)を 25.0%, 「シ」では 51.2%, 「ヌ」では 54.4% に設定することで有益な情報が導かれることがわかり、以前当科で行った研究で示唆された結果を一部支持することとなった。すなわち、検査音「ア」においては、nasalance score 50% を大幅に下回る基準値を設けることが鼻咽腔閉鎖不全の有無を分けるために有用な判定ポイントとなることが考えられた。また、検査音「シ」においては、nasalance score(%)の基準値をそのまま 50% を上回って設定することが鼻咽腔閉鎖不全の有無を判定するために有用であることが判明した。

検査音「ヌ」に関しては、前述で述べたように、もともと通鼻音であることから、今回の検討の ROC 曲線における感度 95%, 特異度 17% という値からも示唆される通り、閉鎖不全の有無に関わらず、nasalance score(%)の値が高いことで固定した閉鼻声でないことの指標になることが確認できた。しかし一方で、本結果の感度は十分なレベルに至っていないので、追加検討が必要と考える。

今後、今回の検討結果から、さらに新たな nasalance score(%)の基準値を策定し、その評価法に基づいて検査を行うことで、より有益な鼻咽腔閉鎖不全の重症度判定を行うことができるものと考えられた。また、鼻咽腔閉鎖不全の治療法の決定、特に咽頭弁形成術では、術後の鼻咽腔狭窄により、高度のいびきや睡眠障害をきたし、死亡例の報告もあることから、手術の適応に関しては極めて慎重に考慮しなければいけない。こうしたことから、今回の研究結果は、これら<sup>91, 92)</sup>治療法の決定に多大な貢献をする、有用なものであることが考えられた。

今後の課題としては、鼻咽腔閉鎖不全あり群、なし群の間で、今回の検討から得られた nasalance score(%)の基準値を満たしている症例数、満たしていない症例数を算出し、鼻咽腔閉鎖不全の有無と各検査音の関連性に関する検討が必要と考えられた。さらに、現段階では症例数が 64 例とまだ少なく、「ア」「シ」の基準値算出時における感度も十分とはいえない結果であった。そのため、さらに症例を増やし、他の指標と詳細な比較検討を行うことが今後の課題と思われた。

## 第 4 章 結 語

①鼻咽腔閉鎖機能検査におけるナゾメーター検査は、いまだ統一された有用な判定法が現時点では存在しない。そこで著者は、口唇口蓋裂児においてナゾメーター検査を用いた鼻咽腔閉鎖機能の有用性について検討した。

②2005 年 1 月から 2015 年 12 月までの 11 年間に、鼻咽腔閉鎖機能検査を行った口唇口蓋裂児 131 例のうち、補完的にナゾメーター検査を行った 64 例に対し検討を行った。

③各検査音における nasalance score(%)の実数データから詳細な基準値を算出した結果、「ア」では 25.0%, 「シ」では 51.2%, 「ヌ」では 54.4% で nasalance score の基準値を設定することで有益な結果が導かれることが想定された。

④口唇口蓋裂児の鼻咽腔閉鎖機能を評価する上で、ナゾメーターを用いることが有用であると考えられた。

⑤今後の課題として、鼻咽腔閉鎖不全の有無と各検査音の関連性に関して更なる検討が必要と考えられた。さらに症例数を増やし、nasalance score(%)の定量的な評価を行うことが、鼻咽腔閉鎖不全の重症度判定や診断基準、治療法決定において極めて有用であることが窺われた。

## 謝 辞

本研究に際して、多大なるご指導いただきました藤田医科大学医学部耳鼻咽喉科学教室主任教授の内藤健晴先生に深く感謝申し上げます。また、本研究の統計学的解析において、ご懇篤なるご指導いただきました、藤田医科大学医学部衛生学教室の橋本修二教授に深謝いたします。さらに、平素より多大なるご協力を頂きました、藤田医科大学病院口唇口蓋裂センターの全構成員ならびに、堀部晴司先生、平井恵美子先生をはじめとする藤田医科大学耳鼻咽喉科学教室関係各位に心より感謝申し上げます。

## 文 献

- 1) 切替一郎, 加我君孝: 新耳鼻咽喉科学 改訂 11 版. 南山堂, 2013.
- 2) 白石麻美, 三島克章, 梅田浩嗣, 他: 当科における過去 10 年間の口唇・口蓋裂一次症例の臨床統計学的検討. 山口医学. 2017; 66: 3: 169-174.
- 3) 上田拓文, 門松香一, 森田勝, 他: 口唇口蓋裂の裂型と性別に関する統計学的研究. 昭和医会誌. 2006; 66(3): 194-199.
- 4) Spiersbach DC and Sherman D (Eds): Cleft Palate and Communication. Academic Press, New York and London. 1968.
- 5) Bradbury E: Psychological approaches to children and adolescents with disfigurement. A review of the literature. *ACPP Rev. News*. 1973; 15: 1-6.
- 6) 幸地省子: 本邦における口唇口蓋裂の発生頻度と



- 治療評価の検討. 日口蓋裂会誌. 2007 ; 32 : 1 – 9.
- 7) 三浦真弓, 加藤正子, 峪 道代, 他 : 口蓋裂言語検査 (言語臨床用). コミュニケーション障害. 2009 ; 26 : 230 – 235.
- 8) 相野田紀子 : 口蓋裂言語. 岡崎恵子, 加藤正子編「口蓋裂の言語臨床」. 医学書院, 東京. 1997 ; pp.21 – 34.
- 9) 阿部雅子 : 言語症状・口蓋裂の言語治療. 医学書院, 東京. 2003 ; pp.26 – 30.
- 10) 福迫陽子, 福井寿子, 辰巳格, 他 : 麻痺性 (運動障害性) 構音障害の話しことばの特徴 – 聴覚印象による評価. 音声言語医. 1983 ; 24 : 149 – 164.
- 11) Spriestersbach DC, Darley FL, and Morris HL : Language Skill in Children with Cleft Palates. *J. Speech Hear. Res.* 1958 ; 1 : 279 – 285.
- 12) Morris HL : Communication Skills of Children with Cleft lips and Palates 1962 ; 5 : 79 – 90.
- 13) Philips BJ and Harrison RJ : Language Skill of Preschool Cleft Palate Children. 1969 ; 6 : 108 – 119.
- 14) Smith RM and McWilliams BJ : Psycholinguistic Consideration in the Management of Children with Cleft Palate. *J. Speech Hear. Disord.* 1968 ; 33 : 26 – 32.
- 15) Kathy LC, Mary HJ, Julie S, et al : Vocal Development of 9-Month-Old Babies With Cleft Palate. *J. Speech Lang. Hear. Res.* 2002 ; 44(6) : 1268 – 1283.
- 16) 阿部雅子 : 鼻咽腔閉鎖機能検査. 小林俊光編「CLIENT21-21 世紀耳鼻咽喉科領域の臨床 -2. 機能検査」. 中山書店, 東京. 2000 ; pp.396 – 402.
- 17) 長田光博 : 口蓋裂 – 概念. 平田直編「CLIENT-21 世紀耳鼻咽喉科領域の臨床 -15. 音声・言語」. 中山書店, 東京. 2001 ; pp.286 – 304.
- 18) Chfford E : Psychological aspects of orofacial anomalies, clinical and research implicatiins. *ASHA. Washington.* 1973 ; 8.
- 19) 寺田員人, 朝日藤寿一, 小野和宏, 他 : 新潟大学医歯学総合病院 (歯科) における口蓋裂診療班の活動について. 日口蓋誌. 2007 ; 32 : 299 – 306.
- 20) 國仲梨香, 新垣敬一, 天願俊泉, 他 : 琉球大学医学部附属病院歯科口腔外科における口唇裂口蓋裂患者の臨床統計的観察 – 一次症例について. 日口蓋誌. 2007 ; 32 : 299 – 306.
- 21) 佐藤公治, 水谷英樹 : 藤田保健衛生大学病院口唇口蓋裂センターにおけるチーム医療の現状と口唇口蓋裂治療における今後の課題. 日小児口腔外科学会誌. 2013 ; 23(3) : 176 – 185.
- 22) 中島龍夫, 岡 達, 岩田重信 : 口唇口蓋裂の早期総合治療. 医歯薬出版株式会社. 1994 ; iii–vi.
- 23) 西尾順太郎 : 片側唇顎口蓋裂に対する早期二期的口蓋裂手術. 口科誌. 2007 ; 56(1) : 5 – 8.
- 24) 佐藤公治, 近藤 俊, 惣城一美, 他 : 藤田保健衛生大学病院口唇口蓋裂センター設立以来の診療実績について. 日口蓋誌. 2009 ; 34(1) : 39 – 44.
- 25) 今村基尊, 近藤 俊, 吉村陽子, 他 : 藤田保健衛生大学病院口唇口蓋裂センターの現状と今後の展望 – チーム医療でのコーディネーターの役割 –. 日口蓋誌. 2013 ; 38(1) : 29 – 34.
- 26) Hotz M : Pre— and early postoperative growth —guidance in cleft lip and palate cases by ; maxillary orthopedics. *Cleft Palate J.* 1969 ; 6 : 368 – 376.
- 27) Hotz M : Aims and possibilities of pre— and postsurgical orthopedic treatment in uni and bilateral cleft. *Trans. Eur. Orthod. Soc.* 1973 ; 553 – 558.
- 28) Hotz M and Perko M : Early management of bilateral total cleft lip and palate. *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.* 1974 ; 8 : 104–108.
- 29) Hotz M and Gnoinski W : Comprehensive care of cleft lip and palate children at Zurich University : A preliminary report. *Amer. J. Orthodont.* 1976 ; 70 : 481 – 504.
- 30) Hotz M, Gnoinski W, Nussbaumer H, et al. : Early maxillary orthopedics in CLP cases. Guidelines for surgery. *Cleft Palate J.* 1978 ; 15 : 405 – 411.
- 31) Hotz M and Gnoinski W : Effect of early maxillary orthopaedics in coordination with delayed surgery for cleft lip and palate. *J. max—fac. Surg.* 1979 ; 7 : 201 – 210.
- 32) 栗田賢一, 小牧完二, 鍋谷秀信, 他 : Hotz 型人工口蓋床による口唇口蓋裂早期治療 第Ⅱ報口唇口蓋裂症例における顎発育への早期効果. 日口蓋誌. 1987 ; 12(1) : 50 – 61.
- 33) 岡 正司, 窪田泰孝, 中川統充, 他 : 口蓋形成術と鼻咽腔閉鎖機能評価時における鼻咽腔形態と鼻咽腔閉鎖機能との関係について. 日口蓋裂会誌. 2002 ; 27 : 1 – 6.
- 34) 岡崎恵子, 加藤正子, 鬼塚卓弥 : 口蓋裂初回手術後の言語成績. 日口蓋裂会誌. 1985 ; 10 : 161 – 168.
- 35) 吉増秀寛, 大平章子, 塩田重利 : 唇・顎・口蓋裂

- 患者に対する初回口蓋形成手術の遠隔成績. 第一報 1歳代および2歳代手術例の言語成績について. 日口蓋裂会誌. 1986; 11: 62-69.
- 36) 河合 幹, 大岩伊知郎, 鍋谷秀信: 口蓋裂一次手術の鼻咽腔閉鎖機能ならびに鼻咽腔形態について. 日口蓋裂会誌. 1989; 14: 109-116.
- 37) 別府和紀, 竹之下康治, 窪田泰孝, 他: 口蓋裂患者における術後鼻咽腔閉鎖機能の多変量解析による分析. 日小口腔外. 1995; 5: 129-135.
- 38) 糠谷政代: 口唇口蓋裂児の心理面について. 日本聴能言語士協会講習会実行委員会編「口蓋裂・構音障害」. 共同医書出版社, 東京. 1992.
- 39) 新美成二: 咽頭弁形成術. 耳鼻頭頸外科. 1996; 68: 88-92.
- 40) 栗田賢一, 倉田周幸, 清水幹雄, 他: 口蓋粘膜を用いた咽頭弁形成術. 日口蓋裂会誌. 2005; 30: 184.
- 41) 一色信彦, 本庄 巖, 前田秀夫: 鼻咽腔閉鎖改善手術について. 耳鼻臨床. 1969; 62: 1113-1120.
- 42) Schönborn K: Über eine Methode der Staphylorrhaphie. *Verhandl Dtsch Gesellsch Chir.* 1875; 4: 235-239.
- 43) Owsley JQ and Blackfield HM: The technique and complications of pharyngeal flap surgery. *Plast. Reconstr. Surg.* 1965; 35: 531-539.
- 44) 二宮史浩, 窪田泰孝, 松崎幸代, 他: 鼻咽腔閉鎖不全に対する軟口蓋挙上装置の効果. 日口蓋裂会誌. 2006; 31: 1-6.
- 45) 坂下英明, 重松久雄: 咽頭移植術. 小児口腔外. 2010; 20(2): 154-160.
- 46) 内藤健晴, 堀部智子, 堀部晴司: 鼻咽腔閉鎖不全に対する咽頭弁形成術. 耳鼻臨床. 2007; 100: 241-250.
- 47) 星川広史, 後藤理恵子, 唐木将行, 他: 咽頭弁形成術を施行した鼻咽腔閉鎖不全症例の検討. 日耳鼻会報. 2003; 106: 700-704.
- 48) 川野通夫, 本庄 巖, 児島久剛, 他: 口蓋裂患者における鼻咽腔閉鎖機能の判定. 口腔咽頭科. 1992; 4: 25-30.
- 49) 武田尚子, 川野通夫, 山口 忍, 他: 先天性鼻咽腔閉鎖不全の鼻咽腔閉鎖機能と構音について. 日口蓋裂会誌. 2000; 25: 26-35.
- 50) 黒川正人, 一式信彦, 平良達三, 他: 折り畳み咽頭弁の側面頭部X線規格写真分析. 日口蓋裂会誌. 1995; 20: 1-8.
- 51) 澤田正樹, 一色信彦, 平良達三: 咽頭弁が鼻咽腔機能に及ぼす影響について. 耳鼻臨床. 1989; 82: 301-310.
- 52) Karnell MP and Seaver eJ: Measurement problems in estimating velopharyngeal function. In *Multidisciplinary Management of Cleft Lip and Palate*, (ed. by Bardach, J. and Morris, H. L.). 776-779, W. B. Saunder co., Philadelphia, 1990
- 53) 長島圭士郎: 空気力学的鼻咽腔閉鎖機能検査の新しい評価法に関する研究. 藤田学園医会誌. 2011; 71-85.
- 54) 内藤健晴: 鼻咽腔閉鎖不全に対する咽頭弁形成術. 耳鼻臨床. 2002; 95: 312-313.
- 55) 内藤健晴: 鼻声の鑑別診断. *JOHNS.* 2001; 17: 1112-1116.
- 56) 山岡 稔: 内視鏡による口蓋裂患者の鼻咽腔閉鎖運動に関する研究. 日口外誌. 1973; 22: 209-217.
- 57) 岡田澄子: 成人の摂食・嚥下とその障害. 関節訓練法. *JJN スペシャル.* 1996; 52: 55-61.
- 58) Moll KL: A cinefluorographic study of velopharyngeal function in normal during various activities. *Cleft Palate J.* 1965; 2: 112-122.
- 59) 山口 忍: 鼻咽腔閉鎖不全例の口蓋帆挙筋. 耳鼻臨床. 1992; 85: 107-121.
- 60) 黒住静之, 尾野文孝, 夜陣紘治: 発声時の軟口蓋および鼻咽腔の運動について. 耳鼻臨床. 1971; 64: 8: 895-899.
- 61) Shprintzen RJ, McCall GN, and Skolnick ML: The effect of pharyngeal flap surgery on the movements of the lateral pharyngeal walls. *Plast. Reconstr. Surg.* 1980; 66: 570-573.
- 62) 内山健志, 本橋佳子, 山本貴和子, 他: 口唇口蓋裂患者の鼻咽腔閉鎖機能を評価する各種検査法の特徴. 歯科学報. 1999; 99(8): 641-656.
- 63) 岡崎恵子: 4章 口蓋裂の言語臨床における評価, 口蓋裂の言語臨床 第1版, (岡崎恵子, 相野由紀子, 加藤正子編). 医学書院, 東京. 1997; pp.39-47.
- 64) 堀部智子: 鼻咽腔閉鎖機能検査成績の臨床的検討. 藤田学園医会誌. 2009; 441-460.
- 65) 堀部晴司: 鼻咽腔閉鎖機能への応用. 日耳鼻会誌. 2009; 48: 53-55.
- 66) Fletcher SG and Bishop ME: Measurement of nasality with Tonar. *Cleft Palate J.* 1970; 610-621.
- 67) 緒方祐子, 中村典史, 窪田泰孝, 他: ナゾメータ検査による口蓋裂患者の鼻咽腔機能評価-鼻咽腔閉鎖機能の客観的評価基準の検討-. 日口蓋裂会誌. 2003; 28: 9-19.
- 68) 辛曉根: 韓国における口蓋裂治療の現況と口蓋裂



- 手術後の言語障害について(抄). 日口蓋裂会誌. 2001 ; 26 : 164.
- 69) 相馬裕子, 平井恵美子, 堀部晴司, 他 : 口唇口蓋裂児の鼻咽腔閉鎖不全に対するナゾメーター検査による評価. 小児耳鼻掲載予定(印刷中).
- 70) Counihan DT and Cullinan WL : Reliability and dispersion of nasality ratings. *Cleft Palate J.* 1970 ; 7 : 261 - 270.
- 71) Bradford JL, Brooks AR, and Shelton Jr. RL : Clinical judgements of hypernasality in cleft palate children. 1964 ; 1 : 329 - 335.
- 72) 内山健志, 小林弘美, 北村信隆, 他 : Nasometer による開放性鼻声の客観的評価について. 日口蓋誌. 1991 ; 16 : 130 - 138.
- 73) Fletcher SG : Theory and instrumentation for quantitative measurement of nasality. *Cleft palate J.* 1970 ; 7 : 601 - 609.
- 74) Bloomer H and Peterson GE : A spectrographic study of hypernasality. *Cleft Pal Bull.* 1955 ; 5 : 5 - 6.
- 75) House AS and Stevense KN : Analog studies of the nasalization of vowels. *J. Speech Hear. Disord.* 1956 ; 21 : 218 - 232.
- 76) 服部四郎, 山本謙吾, 藤村 靖 : 鼻音と鼻音化母音. 日音響会誌. 1956 ; 21 : 197 - 204.
- 77) 宮崎 正 : 口蓋裂患者の異常音声に関する研究. 大阪大歯誌. 1956 ; 4 : 21 - 58.
- 78) 広戸幾一郎 : 口蓋裂の音声. 日耳鼻会報. 1961 ; 64 : 557 - 558.
- 79) Dickson DR : An acoustic study of nasality. *J. Speech Hear. Res.* 1962 ; 5 : 103 - 111.
- 80) 平野 実 : 口蓋裂音声の音声学的研究. 耳鼻臨床. 1963 ; 56 : 22 - 66.
- 81) Curtis JF : The acoustic of nasalized speech. *Cleft Palate J.* 1970 ; 7 : 380 - 396.
- 82) 渡辺 幸 : 口蓋裂患者の開放性鼻声に関する研究. 日口腔会誌. 1976 ; 25 : 361 - 386.
- 83) 内山健志 : 咽頭弁移植術前後における音声変化に関する研究 第2編サウンドスペクトログラフによる分析. 日口蓋誌. 1980 ; 5 : 69 - 90.
- 84) 今井 徹, 中村進治, 平原達也, 他 : 口蓋裂音声の鼻音性の定量的評価. 日音響会誌. 1985 ; 41 : 69 - 76.
- 85) Weatherley-White RCA and Dersch WC : Objective measurement of nasality in cleft palate patients. A preliminary report. *Cleft Palate J.* 1964 ; 1 : 120 - 124.
- 86) 一色信彦, 前田秀夫 : 咽頭弁術後の音声 : 特に Nasality Meter に検討. 耳鼻臨床. 1974 ; 9 : 879 - 883.
- 87) Weiss AL : Oral and nasal SPL as related to judged severity of nasality. Ph. D. dissertation, Purdue University. 1954.
- 88) Shelton RL, Knox AW, and Arndt WB, et al : The relationship between nasality score values and oral and nasal sound pressure level. *J. Speech Hear. Res.* 1967 ; 10 : 549 - 557.
- 89) 松本修平 : 開放性鼻声の客観的判定, - 経鼻腔音圧, 経口腔音圧と聴覚判定について -. 日口外誌. 1990 ; 36 : 524 - 537.
- 90) 小枝弘実 : 二段階口蓋形成術を施行した口唇口蓋裂児の言語成績, 特に鼻咽腔閉鎖機能について. 日口蓋裂会誌. 1993 ; 18 : 79 - 106.
- 91) 杉浦 茂, 沢島政行 : 口蓋形成手術後患者の発声時における鼻漏出気量に関する研究. 日耳鼻会報. 1964 ; 11 - 124.
- 92) Orr WC, Levine NS, and Buchanan RT : Effect of cleft palate repair and pharyngeal surgery on upper airway obstruction during sleep. *Plast. Reconstr. Surg.* 1987 ; 80 : 226 - 232.